

W UMA TÜRÜ YILDIZLARDA KÜTLE ORANI FONKSİYONU

Elif PEKEROĞLU¹, İ. Ethem DERMAN

Özet

Değen yıldızların evrim çalışmalarında göz önüne alınan önemli parametrelerden biri onların kütle oranlarının dağılımlarıdır. Bu çalışmada 200'den fazla değen çift yıldız sisteminin kütle oranları ve ışık değişimindeki genlikleri literatürden toplanmış ve Van't Veer [1] yöntemi ile W UMa türü örten değişenlerin kütle oranı fonksiyonu saptanmıştır. Bu amaç için yörünge eğimi ve kütle oranı rasgele dağılmış 1000 tane yapay ışık eğrisi üretilmiştir. Sonuçlar benzer çalışma yapan araştırmacıların bulguları ile karşılaştırılmıştır.

Anahtar Kelimeler: W UMa-türü yıldızlar, Kütle Oranı Fonksiyonu

Abstract

One of the parameters taken into consideration during the evolutionary studies of contact binary stars is the distribution of mass ratios. In this study, the mass ratios and amplitude of the light curves of more than 200 contact binary star system are investigated from the literature and mass ratio function of W UMa type eclipsing variables is determined using Van't Veer method [1]. For this purpose, 1000 artificial light curves whose inclination of orbit and mass ratios are randomly distributed are derived. The results are compared with the results of the same type of studies by various researchers.

Key words: W UMa-type stars, Mass ratio function

1.Giriş

Bu tür bir çalışma en son 1977 yılında van't Veer [1] tarafından yapılmış ve o zamanlar W UMa türü yıldızlar için son zamanlarda çok makale yayınlandığını ve verilerin biriktiğini ileri sürmüştür. Yazarın göz önüne aldığı sistem sayısı sadece 28 tanedir. O günden bu yana W UMa sistemlerinin fotometrik çalışmalarının sayısının hızla arttığını ve sayılarının 300'ü geçtiğini düşünürsek benzer bir çalışmanın tekrar yapılmasının kaçınılmaz olduğu aşikardır.

Bu tür sistemlerin kütle oranları hem tayfsal hem de fotometrik çalışmaların sonucunda bulunabilir. W UMa'ları tayfsal çalışmak onların söntük, kısa dönemli ve genel olarak dönme hızlarının yüksek olmasından dolayı çok zordur. Ama son yıllarda geliştirilen bazı yöntemlerle tayfsal çalışılan sistemlerin sayısı da 100'ü geçmiştir. Fotometri yapılan gözlemevlerinin vazgeçilmez sistemi ise W UMa türü sistemlerdir, çünkü bazen bir gecede dahi tüm ışık eğrisi gözlenebilir. Ayrıca son zamanlarda bu tür yıldızların kuramsal modellenmesindeki gelişmeler eğer dikkatli yapılırsa onları fotometrik kütle oranlarının doğru bulunmasını da sağlamaktadır.

¹ Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100, Tandoğan, Ankara, Tel:(312)2126720/1319 e-posta: ethem.derman@ankara.edu.tr, pekeroglu@yahoo.com

Bu çalışmadan amacımız zamanında çok az bir veri ile yapılmış olan W UMa türü yıldızların kütle oranlarının frekans dağılımını seçim etkisini de gözönüne alarak daha doğru bir şekilde bulmaktır. Sonuçta bu tür sistemlerin kökenleri, yaşam süreleri ve evrimlerinin son durumu hakkında daha gerçek bilgilere sahip olabiliriz.

Çizelge 1. Bu çalışmada ele aldığımız 213 sistemin kullandığımız parametreleri görülmektedir. Liste uzun olduğu için sadece ilk 30'u çizelgede görülmektedir.

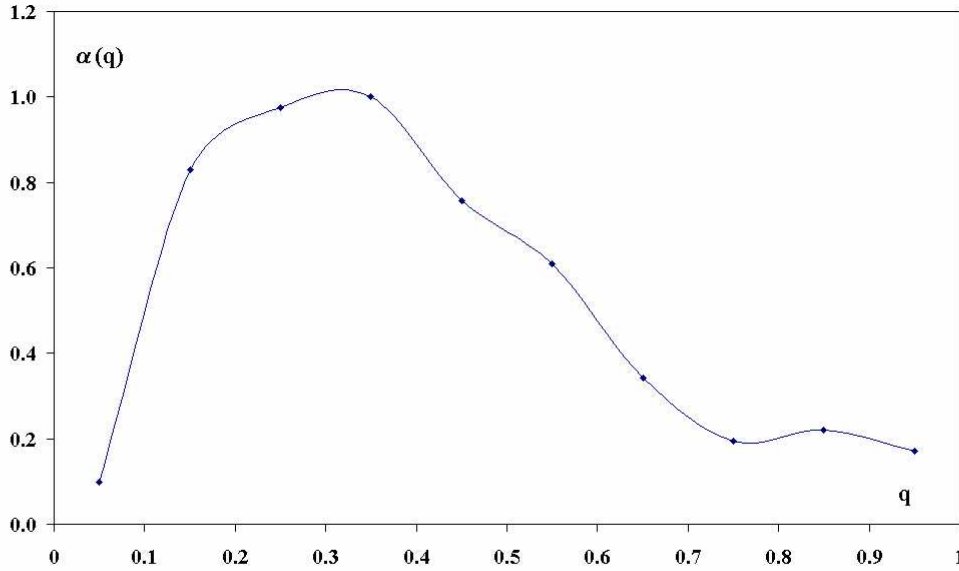
No	Sistem	q_{sp}	q_{pt}	$V_{max.}$	$V_{min.}$	Δm
1	AB And	0.491	0.491	9.50	10.32	0.82
2	BX And	0.497	0.497	8.90	9.57	0.67
3	CN And	0.390	0.450	9.70	10.25	0.55
4	GZ And	0.514	0.511	10.83	11.61	0.78
5	V535 Ara	0.300	0.361	7.15	7.75	0.60
6	SS Ari	0.295	0.295	10.37	10.92	0.55
7	AH Aur	0.169	0.169	10.20	10.70	0.50
8	44 Boo	0.487	0.494	5.80	6.40	0.60
9	QX And	0.203	0.203	11.25	11.57	0.32
10	HV Aqr	0.145	0.146	9.71	10.11	0.40
11	OO Aql	0.835	0.843	9.20	9.90	0.70
12	V417 Aql	0.362	0.368	11.00	11.50	0.50
13	TY Boo	0.466	0.466	10.81	11.47	0.66
14	VW Boo	0.428	0.428	10.50	11.80	1.30
15	XY Boo	0.160	0.185	10.30	10.61	0.31
16	AC Boo	0.410	0.310	10.00	10.62	0.62
17	CK Boo	0.111	0.109	8.99	9.26	0.27
18	EF Boo	0.512	0.450	9.43	9.99	0.56
19	FI Boo	0.372	0.350	9.60	9.71	0.11
20	AO Cam	0.413	0.584	9.50	10.00	0.50
21	DN Cam	0.421	0.421	8.23	8.73	0.50
22	FN Cam	0.222	0.222	8.58	9.05	0.47
23	BH Cas	0.475	0.411	12.30	12.70	0.40
24	V523 Cas	0.415	0.530	10.62	11.45	0.83
25	V776 Cas	0.130	0.150	8.94	9.09	0.15
26	RR Cen	0.210	0.181	7.27	7.68	0.41
27	SV Cen	0.707	0.840	8.71	9.98	1.27
28	V606 Cen	0.527	0.541	9.39	10.17	0.78
29	V752 Cen	0.311	0.317	9.10	9.66	0.56
30	V757 Cen	0.684	0.671	8.30	8.70	0.40

2. Yöntem

Büyük kütleli bileşenin kütlelerini m_1 ve yoldaş bileşenin kütlelerini m_2 ile gösterirsek q kütle oranı $q=m_2/m_1$ şeklinde tanımlanır ve her zaman $q<1$ dir. Kütle oranı fonksiyonu $\alpha(q)$ ise, q 'nun $0<q<1$ aralığındaki frekans dağılımı olarak verilir. Eğer görel frekans dağılımı ile ilgileniyorsak o zaman kütle oranı fonksiyonunu belirli bir q değerine normalize ederiz. $\alpha(q)=N(q)/N(q=0.5)$. Burada $N(q)$, belirli bir Δq aralığındaki çift yıldızların sayısıdır. Bu çalışmada özellikle iki W UMa katalogundan yararlandık [2][3]. Fakat bu katalogların dışında da bazı makalelerden veriler topladık. Tayfsal kütle oranı olanları aldık olmayanların da eğer fotometrik kütle oranı varsa listemize dahil ettik. Çizelge 1'de listenin sadece bir kısmı görülmektedir. Toplam sistem sayısı 213'dür. Liste uzun olduğu için Çizelge 1'de sadece

küçük bir bölümü verilmiştir. Sistemlerin maksimum ve minimum parlaklıkları GCVS [4] katalogundan alınmıştır. Dolayısıyla sistemin genliği bulunmuştur.

Sistemler kütle oranlarına ve genliklerine göre sınıflandırılmış ve Çizelge 2’de verilmiştir. Van’t Veer çok az bir veri seti ile çalıştığı için Kütle oranı aralıklarını 0.2 olarak almıştı. Daha iyi bir kütle oranı fonksiyonu elde etmek için biz bu aralığı 0.1 aldık. Çizelge 3, Çizelge 2’nin toplam sistem sayısına göre normalize edilmiş hali, diğer bir deyişle yüzdelik gösterimidir. Bu çizelgeye baktığımızda gözümüze ilk çarpan olgu kütle oranı 0.8’den büyük sistemlerin oranının sadece %7.5 oluşudur. W UMa sistemleri için bu olay çok önceden bu yana bilinmektedir. Bu bir seçim etkisi sonucu değildir, çünkü kütle oranı bu yörede olan sistemlerin ışık eğrisi genlikleri büyük olacağından kolayca gözlenebilmektedir. Diğer göze çarpan ikinci nokta ise kütle oranı 0.3’den küçük olan sistemlerin frekansının hızla düşmesidir. Kütle oranı 0.06’dan daha küçük bir W UMa bugüne kadar gözlenmemiştir, çünkü bu tür sistemlerin genlikleri çok düşüktür. Son zamanlarda 0.001 kadir düzeyinde gözlem yapma olanağı bulan robotik teleskoplar ile belki yeni küçük kütleli sistemler keşfedilecektir. Gözlenen bu frekans dağılımı Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Seçim etkisi için gerekli düzeltme yapmadan önce 213 sistemin gösterdiği kütle oranı fonksiyonu görülmektedir.

Çizelge 2. Kütle oranı ve genliğin dağılımı.

$\Delta m / q$	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0	
0.0-0.2	1	8	2	4		1			2		
0.2-0.3	2	11	1	1	1	1			1		
0.3-0.4	1	8	8	4	1	3	1				
0.4-0.5		4	8	5	2	3	2		2	1	
0.5-0.6		2	12	9	7	1	3		1	2	
0.6-0.7		1	5	10	7	5	2			2	
0.7-0.8			2	3	6	8	4	1	2	1	
0.8-0.9			2	3	3	2		3	1		
>0.9				2	4	1	2	4		1	
Toplam	4	34	40	41	31	25	14	8	9	7	213

3. Seçim Etkisi

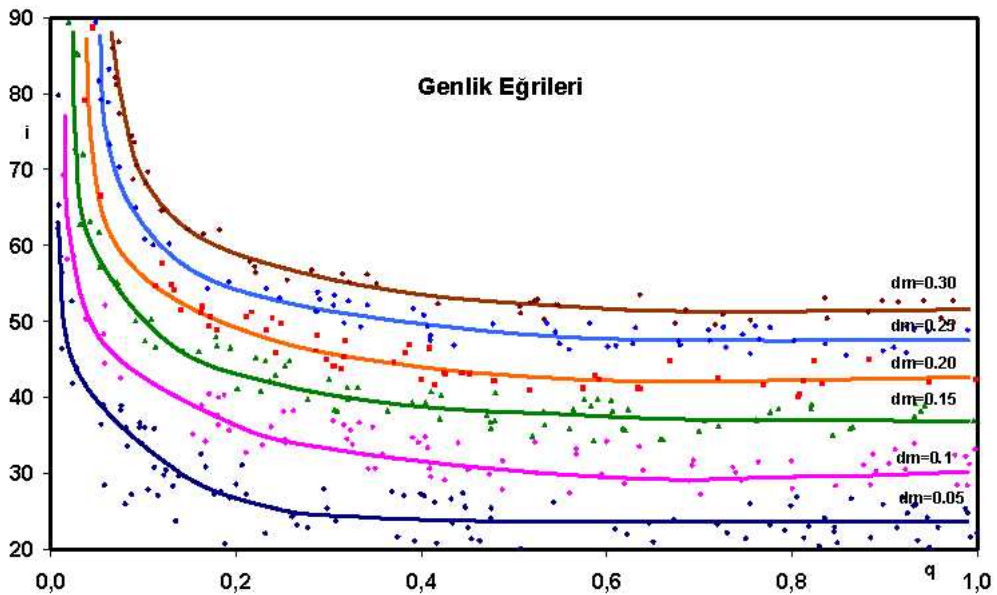
Küçük kütle oranına sahip sistemlerde seçim etkisinin önemli bir rolü olduğu açıktır. Bir W UMa yıldızının keşfedilmesi onun görünen parlaklığına ve değişim genliğine bağlıdır.

Kütle oranı ve yörünge eğimi değişim genliğini belirleyen iki önemli parametredir. Yörünge düzleminin uzayda rasgele dağıldığını güneşe yakın çift yıldızlardan biliyoruz. Bu durumda yörünge eğiminden dolayı keşfedilmeyi bekleyen çok sayıda sistem olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca aynı yörünge eğimli yapay olarak üretilen küçük kütle oranına sahip sistemlerin ışık değişim genliği, büyük kütle oranına göre her zaman daha küçüktür.

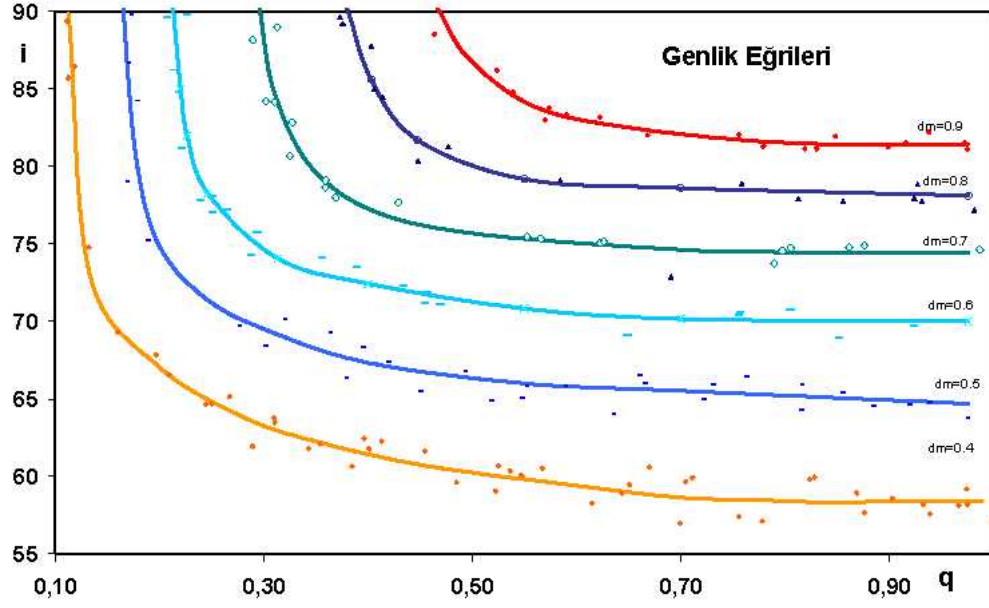
Çizelge 3. Bir önceki çizelgede verilen değerlerin yüzdelik dağılımı.

$\Delta m / q$	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0	
0.0-0.2	0.47	3.76	0.94	1.88		0.47			0.94		
0.2-0.3	0.94	5.16	0.47	0.47	0.47	0.47			0.47		
0.3-0.4	0.47	3.76	3.76	1.88	0.47	1.41	0.47				
0.4-0.5		1.88	3.76	2.35	0.94	1.41	0.94		0.94	0.47	
0.5-0.6		0.94	5.63	4.23	3.29	0.47	1.41		0.47	0.94	
0.6-0.7		0.47	2.35	4.69	3.29	2.35	0.94			0.94	
0.7-0.8			0.94	1.41	2.82	3.76	1.88	0.47	0.94	0.47	
0.8-0.9			0.94	1.41	1.41	0.94		1.41	0.47		
>0.9				0.94	1.88	0.47	0.94	1.88		0.47	
Toplam	1.88	15.96	18.78	19.25	14.55	11.74	6.57	3.76	4.23	3.29	100

Kütle oranı fonksiyonunda seçim etkisini yok etmemiz gerekir. Bunun için iki varsayımda bulunmamız gerekiyor. Birincisi çift sistemlerin yörünge eğimleri uzayda rasgele dağılmıştır, ikincisi ise bu tür sistemlerin kütle oranları fonksiyonu sabit yani her kütle oranında eş sayıda sistem vardır, diğer bir deyişle kütle oranı fonksiyonu 1'dir. Bu varsayımlar altında rasgele 1000 tane i ve q parametresi seçildi ve $T_1=T_2=6000^\circ\text{K}$ olarak 1000 tane ışık eğrisi üretildi. Bu çalışma sırasında ikinci varsayımdan dolayı her Δq aralığında eşit sayıda ışık eğrisi elde edilmiştir. Elde edilen her ışık eğrisinin genliği ölçülmüş, Δq ve Δm sınıflarına ayrılarak Çizelge 4'de verilmiştir. Çizelge 5'de ise her $(\Delta m, q)$ kesitine düşen $n(q, \Delta m)$ yüzdeleri verilmiştir. Şekil 2 ve 3'de yapay olarak hesaplanan bu 1000 tane ışık eğrisinin q - i - Δm dağılımı görülmektedir.



Şekil 2. Δm 'in 0.05-0.30 aralığında yapay ışık eğrilerinin q - i dağılımı

Şekil 3. Δm 'in 0.40-0.90 aralığında yapay ışık eğrilerinin q - i dağılımı

Çizelge 5'deki yüzdeler eğer her q değeri için $\alpha(q) = 1$ ise ve keşfedilme olasılığı Δm 'den bağımsız ise gözlenen yüzdelere eşit olmalıdır. İkinci ifadenin yanlış olduğunu biliyoruz. Fakat bunu hesaba katmak için “keşfedilme olasılığı” fonksiyonu adını verdiğimiz $\beta(\Delta m)$ fonksiyonun bir çarpan olarak hesaba alabiliriz. Bu fonksiyonun değerini yüksek genlikler için 1 alırsak, $\Delta m \rightarrow 0$ için ise $\beta \rightarrow 0$ olacağı açıktır.

Çizelge 4. Kuramsal üretilen 1000 ışık eğrisinin kütle oranı ve genlik dağılımı.

$\Delta m / q$	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0	
0.0-0.2	81	62	50	43	56	48	49	47	50	45	
0.2-0.3	15	12	15	11	10	9	8	13	8	9	
0.3-0.4	4	12	8	9	6	10	10	7	7	11	
0.4-0.5		10	8	11	7	9	7	8	10	9	
0.5-0.6		4	9	5	5	6	7	4	6	3	
0.6-0.7			10	6	3	2	3	8	2	2	
0.7-0.8				15	5	2	6	3	8	4	
0.8-0.9					8	4	5	2	3	5	
>0.9						10	5	8	6	12	
Toplam	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1000

Çizelge 5. Bir önceki çizelgenin yüzdelik dağılımı.

$\Delta m / q$	0.0-0.1	0.1-0.2	0.2-0.3	0.3-0.4	0.4-0.5	0.5-0.6	0.6-0.7	0.7-0.8	0.8-0.9	0.9-1.0	
0.0-0.2	8.1	6.2	5.0	4.3	5.6	4.8	4.9	4.7	5.0	4.5	
0.2-0.3	1.5	1.2	1.5	1.1	1.0	0.9	0.8	1.3	0.8	0.9	
0.3-0.4	0.4	1.2	0.8	0.9	0.6	1.0	1.0	0.7	0.7	1.1	
0.4-0.5		1.0	0.8	1.1	0.7	0.9	0.7	0.8	1.0	0.9	
0.5-0.6		0.4	0.9	0.5	0.5	0.6	0.7	0.4	0.6	0.3	
0.6-0.7			1.0	0.6	0.3	0.2	0.3	0.8	0.2	0.2	
0.7-0.8				1.5	0.5	0.2	0.6	0.3	0.8	0.4	
0.8-0.9					0.8	0.4	0.5	0.2	0.3	0.5	
>0.9						1.0	0.5	0.8	0.6	1.2	
Toplam	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100

Her $(\Delta m, \Delta q)$ kesitinde gözlediğimiz W UMa'ların sayısını şu şekilde verebiliriz.

$$N(q, \Delta m) = n(q, \Delta m) \alpha(q) \beta(\Delta m) \quad (1)$$

Burada $N(q, \Delta m)$, gözlemlerden elde edilen ve Çizelge 3'de verilen değerlerdir. $n(q, \Delta m)$ ise hesaplanan kuramsal yüzdelerdir ve Çizelge 5'de verilmiştir. $\alpha(q)$ ve $\beta(\Delta m)$ fonksiyonları ise bilinmeyenlerdir ve onları bulmaya çalışacağız. Keşfedilme olasılığı fonksiyonunu bulmak için görünen parlaklığı 11. kadirde parlak ve genliği 0.4 kadirde büyük olanlar ve genliği 0.4 kadirde küçük olanlar şeklinde gözlenen sistemleri ikiye ayıralım. Birinci grup için $\beta(\Delta m)$ fonksiyonunun değeri 1'dir. İkinci grup için ise $\beta(\Delta m) < 1$ ve $\Delta m < 0.1$ değerlerinde $\beta(\Delta m) = 0$ olur. O nedenle Çizelge 2'yi yatay olarak $\Delta m = 0.4$ değerinden itibaren ikiye ayırırsak alt bölümde kalan kısım için (1) formülünü aşağıdaki şekilde yazarak $\alpha(q)$ değerini hesaplayabiliriz. Bu şekilde bulduğumuz $\alpha(q)$ değerlerine ön değer adını veriyoruz çünkü tüm gözlemsel değerlerden değil sadece $\Delta m > 0.4$ koşulunu sağlayan sistemler için yaptık.

$$\sum_{\Delta m > 0.4} N(q, \Delta m) = \alpha(q) \sum_{\Delta m > 0.4} n(q, \Delta m) \quad (2)$$

Ön $\alpha(q)$ değerleri bilindiğine göre artık sadece büyük genliğe sahip sistemler için değil tümü için $\beta(\Delta m)$ değerlerini bulabiliriz.

$$\sum_q N(q, \Delta m) = \beta(m) \sum_q n(q, \Delta m) \alpha(q) \quad (3)$$

Bundan sonra tüm $\beta(\Delta m)$ değerlerini bildiğimiz için $\alpha(q)$ değerlerini çok daha duyarlı bir şekilde aşağıdaki ifade ile hesaplayabiliriz.

$$\sum_{\Delta m} N(q, \Delta m) = \alpha(q) \sum_{\Delta m} n(q, \Delta m) \beta(m) \quad (4)$$

Son iki ifadeyi tekrarlayarak bulunan $\alpha(q)$ ve $\beta(\Delta m)$ değerleri iyileştirilir. Biz 15. tekrarda değerlerin artık değişmediğini gördük. Bulduğumuz son değerler Çizelge 6'da verilmiştir.

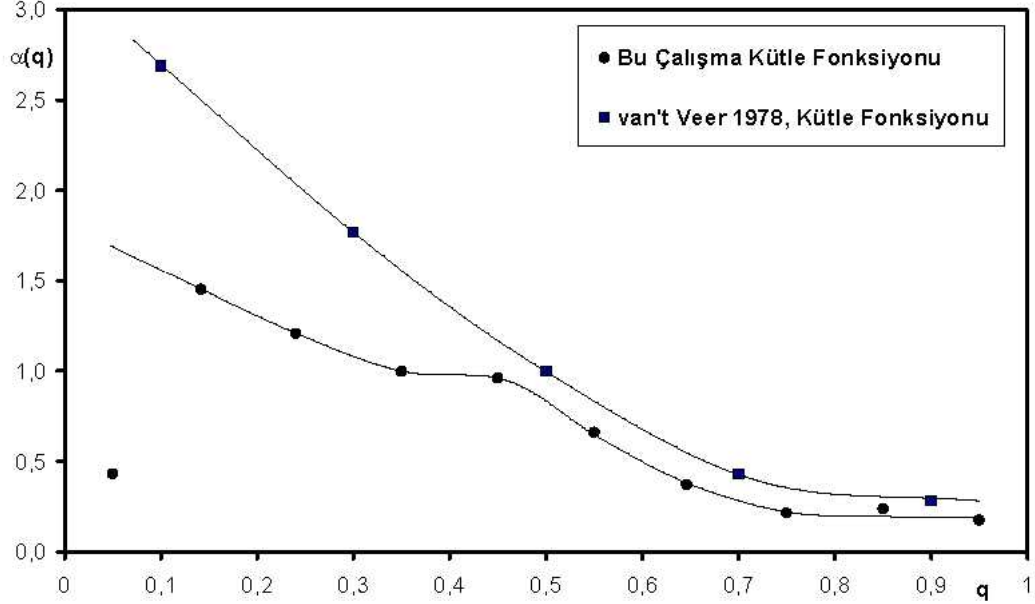
Çizelge 6. Çalışmanın sonucunda bulunan kütle oranı ve keşfedilme olasılığı fonksiyonlarının değerleri.

q	$\alpha(q)$ _Gözlemsel	$\alpha(q)$ _Sonuç	Δm	$\beta(\Delta m)$
0.0 – 0.1	0.098	0.364	0.0-0.2	0.07
0.1 – 0.2	0.829	1.281	0.2-0.3	0.31
0.2 – 0.3	0.976	1.187	0.3-0.4	1.00
0.3 – 0.4	1.000	1.000	0.4 -0.5	1.00
0.4 – 0.5	0.756	0.968	0.5-0.6	1.00
0.5 – 0.6	0.610	0.651	0.6-0.7	1.00
0.6 – 0.7	0.341	0.366	0.7-0.8	1.00
0.7 – 0.8	0.195	0.216	0.8-0.9	1.00
0.8 – 0.9	0.220	0.240	0.9-1.0	1.00
0.9 – 1.0	0.171	0.172		

4. Sonuçlar

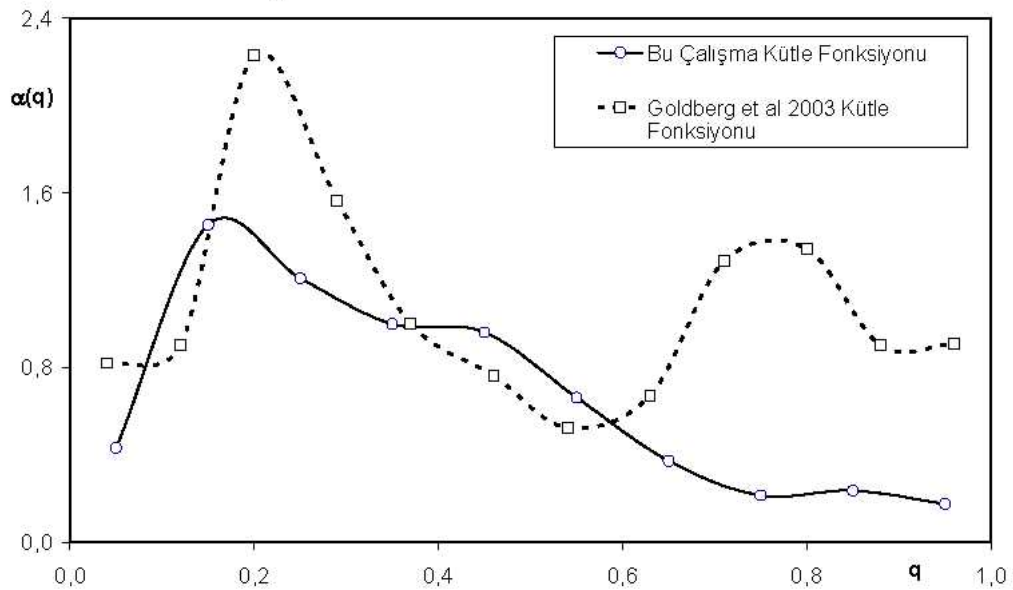
Şekil 4'de bizim 213 sistemden bulduğumuz kütle oranı fonksiyonu ile Van't Veer'in 28 sistemden bulduğu ile karşılaştırmalı olarak verilmektedir. Göze çarpan ilk olgu küçük kütle oranına sahip sistemlerin kütle oranı fonksiyonunun çok daha küçük çıkmasıdır. Bunun

nedeni ise son zamanlarda küçük kütle oranına sahip sistemlerin çok daha fazla çalışılmasıdır. Bu konu üzerine çalışan gruplar oluştu [5][6]. İkinci önemli olgu ise kütle oranı 0.5'den büyük olan sistemlerin kütle oranı fonksiyonu her iki araştırmada da birbirine paralel olmasıdır. Bu sonuç bize bu kütle oranlarında ne kadar az W UMa türü sistem olduğunu göstermektedir. Son olarak Van't Veer'de gözükmemesine karşın bulduğumuz kütle oranı fonksiyonunda 0.4-0.5 aralığında belirgin bir kamburun varlığıdır.



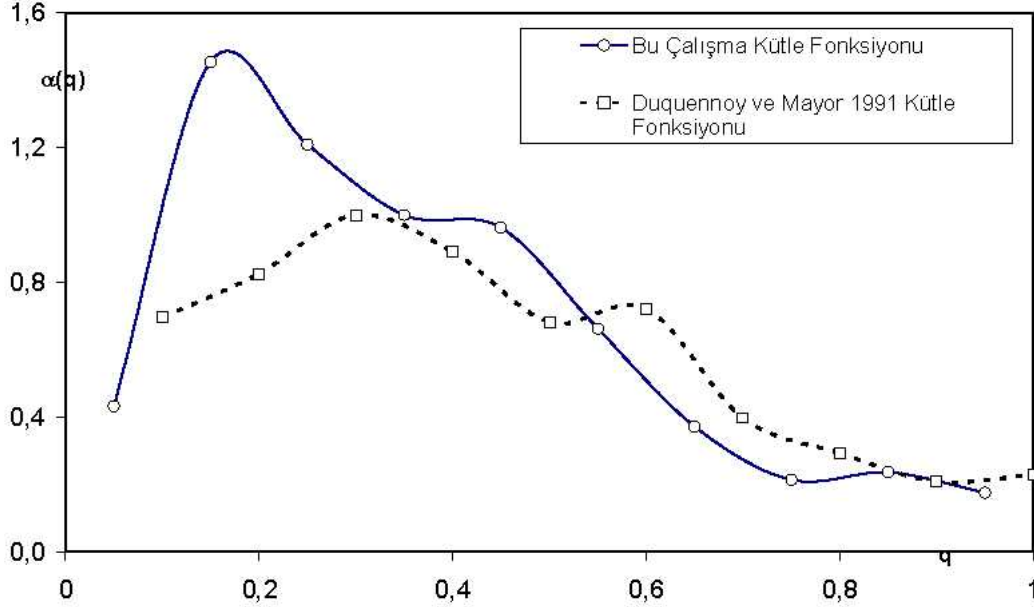
Şekil 4. İki kütle oranı fonksiyonunun karşılaştırılması.

Şekil 5'de Goldberg ve arkadaşlarının [7] dönemi 1-2500 gün arasında olan 129 tayfsal sistemden elde ettikleri kütle oranı fonksiyonu görülmektedir. Kütle oranının 0.2 olduğu yörede kuvvetli bir zirve, 0.8 yöresinde ise zayıf ama belirgin bir zirve görülmektedir. İlk zirve bu çalışmada bulunan kütle oranı fonksiyonu ile uyum içinde olmasına karşın ikinci zirve W UMa türü kısa dönemli sistemlerde görülmemektedir. Diğer bir benzerlik ise çok küçük kütle oranlarında kendini göstermektedir.



Şekil 5. Goldberg ve arkadaşlarının 129 tayfsal çift sistemden buldukları kütle oranı fonksiyonu ile bu çalışmadan bulunan fonksiyonun karşılaştırılması.

Şekil 6’da Duquennoy ve Mayor’un [8] 1991 yılında 82 tayfsal çift sistemden elde ettikleri kütle oranı dağılımı verilmiştir. Bu çalışmanın önemi gözönüne alınan tüm sistemler G tayf türündendir. Bu çalışmada kullandığımız degen yıldızların da çoğunun aynı tayf türünden olduğunu düşünürsek dağılımdaki benzerliğe bir ipucu bulabiliriz. Her iki dağılımda benzerlikler çok olmasına karşın tayfsal çiftlerde her iki zirve de 0.20 kadar daha büyük kütle oranlarına doğru kaymıştır.



Şekil 6. Duquennoy ve Mayor’un G tayf türü, tayfsal çift sistemler için bulduğu kütle oranı fonksiyonu ile bu çalışmada W UMa-türü sistemler için bulunan aynı fonksiyonun karşılaştırılması.

Sonuç olarak W UMa sistemlerde elde edilen bu kütle fonksiyonu dağılımında küçük kütle oranına sahip sistemlerin sayısının fazla olmasını, yeni degen olmuş bir sistemde yoldaş bileşenden başyıldıza sürekli kütle aktarımı olması nedeniyle açısız momentumun kaybolması sonucudur yorumunu yapabiliriz. Değen çiftlerde kütle aktarımı tek yönlüdür, o nedenle q’nun küçük değerlerinde sistem sayısı fazladır.

Kaynaklar

- [1] Van’t Veer, F., (1978), “The Mass Ratio Function of W UMa Type Binaries”, *Astronomy and Astrophysics*, 70, 91.
- [2] Pribulla, T., Kreiner, J.M. ve Tremko, J., (2003), “Catalogue of the Field Contact Binaries”, *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, vol. 33, p. 38.
- [3] Csizmadia, Sz. ve Klagyivik, P., (2004), “On the properties of contact binary stars”, *Astronomy and Astrophysics*, 426, p.1001.
- [4] Samus N. N., Durlевич O. V., et al., (2004), *Combined General Catalogue of Variable Stars (GCVS4.2)* Son sürümü için bakınız <http://www.sai.msu.ru/groups/cluster/gcvs/gcvs/>
- [5] Samec, R.G., Scott, T.D. ve Ark., (2006), “GSC 1419 0091, an Extreme Mass Ratio Contact Binary”, *IBVS*, 5697.
- [6] Qian, S. ve Ark., (2006), “Photometric Studies of Twelve Deep, Low-mass Ratio Overcontact Binary Systems”, *Astrophysics and Space Sciences*, 304, 25
- [7] Goldberg, D., Mazeh, T., Latham, D. W., (2003), “On the Mass-Ratio Distribution of Spectroscopic Binaries”, *Astrophysical Journal*, 591, 397
- [8] Duquennoy, A., Mayor, M., (1991), “Multiplicity Among Solar-Type Stars in the Solar Neighbourhood”, *Astronomy and Astrophysics*, 248, 485